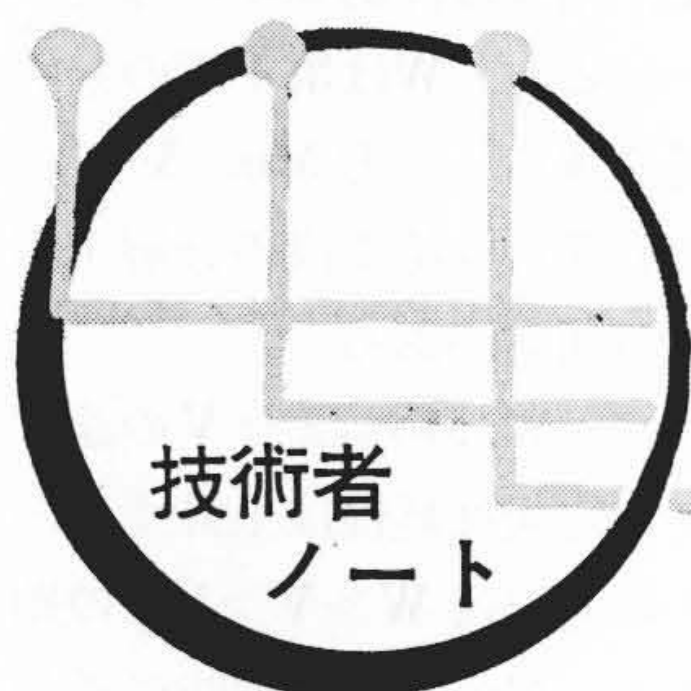
U. D. C. 621.316.57.064.241.004.5

日立空気遮断器の保守点検について

Maintenance and Inspection of Hitachi Air Blast Circuit Breakers

細包嘉信* 田原収**
Yoshinobu Hosokane Osamu Tahara

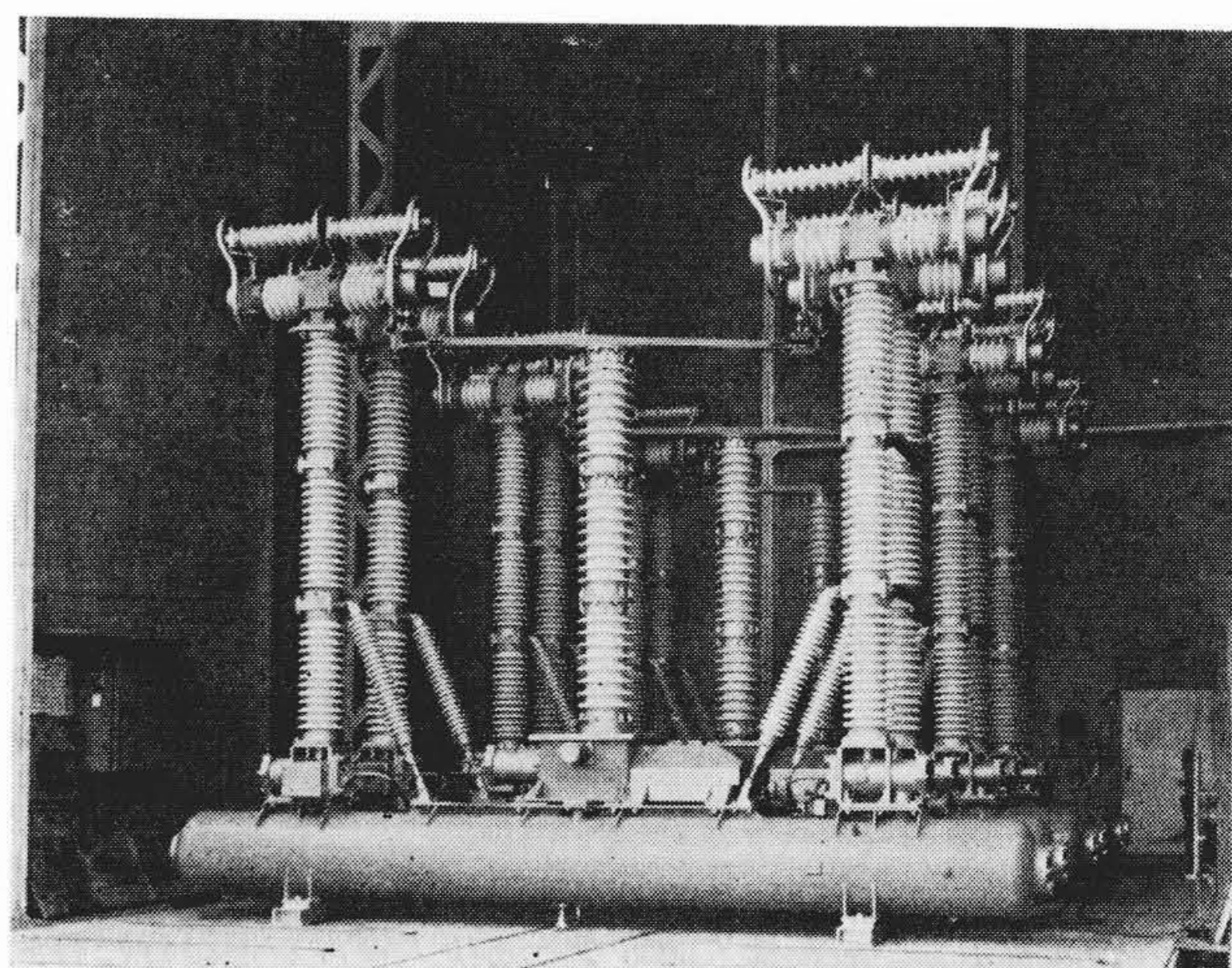
1. 緒言

近年空気遮断器が多く使用されるようになった。空気遮断器は接触部の損傷が少なく，油を使用しないので，従来の遮断器にくらべて保守がきわめて簡単である。しかし常時遮断用の高圧空気を保持するために，バルブ部分や，配管，圧縮機などには十分な注意を払わなければならない。高速度の可動部，および気密部は特にじんあいの侵入を嫌うなど従来の遮断器と異なった保守が必要である。以下空気遮断器の構造，空気系統などについて説明し，その保守点検について述べる。

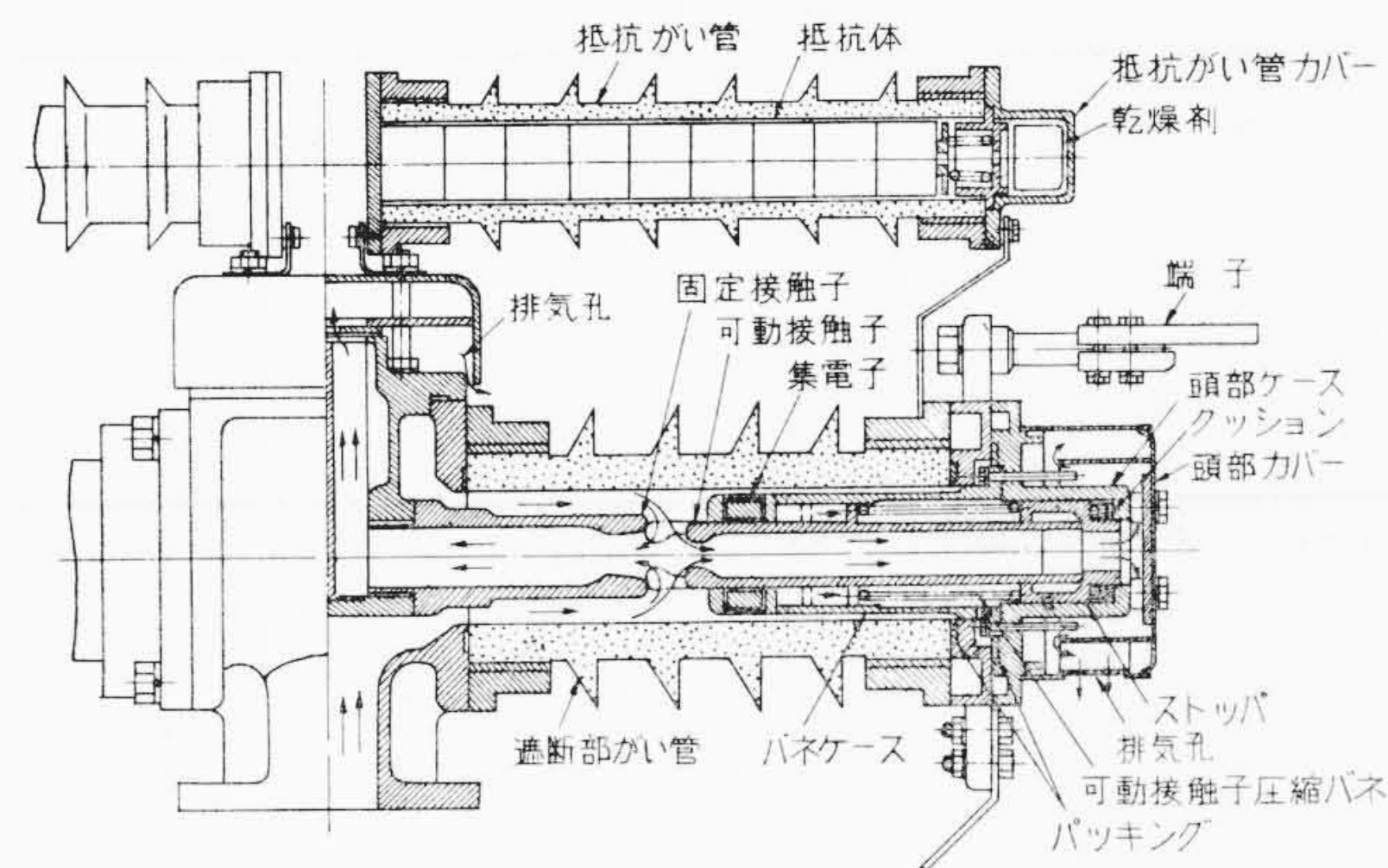
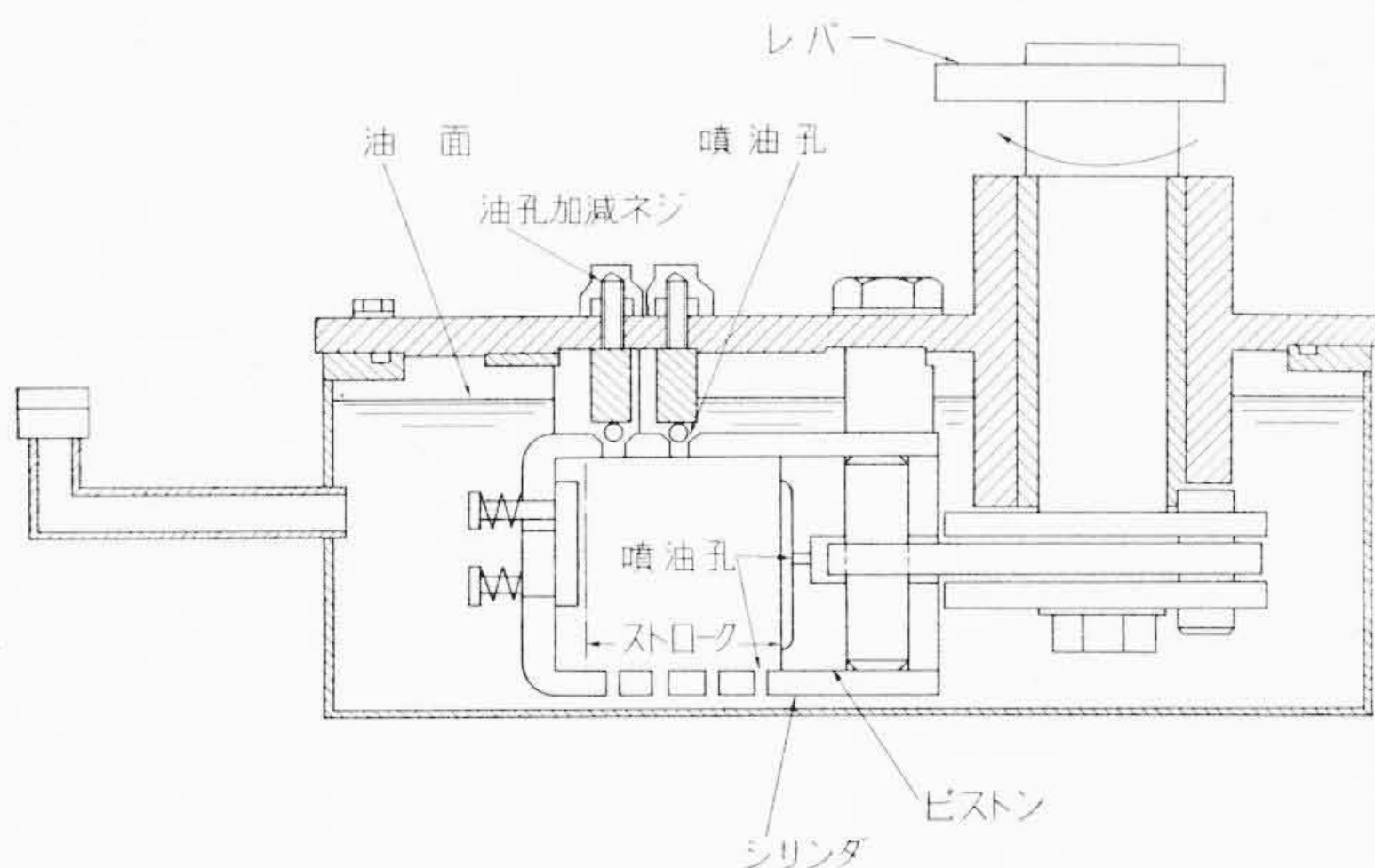
2. 空気遮断器の構造および動作原理

300 kV 空気遮断器の外観を**第1図**に，動作説明図を**第2図**に示す。遮断部は水平配置で，送気がい管上に取付けられ，その基部に主弁がある。遮断部と直列に気中断路部があり，タンク中央部の操作機構により開閉される。空気タンク側面に電磁弁箱が設置されている。操作キュービクルには手動操作用弁，圧力開閉器，圧力計，ストップ弁，逆止弁が内蔵されている。まず開路に際して，開路用電磁弁が励磁されると中間弁が動作し，ついで主弁が開き，空気溜中の高圧空気が送気がい管を経て遮断室に導入されると，接触子バネに抗して可動接触子が動きノズルが開く。このとき，両接触子間に発生したアークは，気流によりノズル中に吹込まれ，急速に冷却されて消弧する。消弧が完了して外部の断路部が開き，所要の絶縁距離をとる。ついで電磁弁を閉じ送気を絶って遮断動作を完了する。閉路に際しては閉路用電磁弁が励磁されると，圧縮空気は閉路用断路部操作シリンダに導入され，操作がい管を回転して断路器で投入する。開閉動作は高速度で行われるため，緩衝装置としてオイルダッシュポットが使用されている。

3. 据付時の組立調整

遮断器はタンク部分，送気がい管部分，操作がい管部分，遮断室部分，断路部ブレード部分，オイルダッシュポット部分に分割して発送される。まずタンク部分をすえ付け基礎ボルト埋込みを完了したのち，送気がい管遮断室の順序に積み重ねる。空気通路部分の盲板を取り去るとき，中に砂などが入らないよう注意する必要がある。断路部の組立は断路部ブレードを操作がい管に取付けたのち，中央操作軸の上にボルト締する。断路部の接触状態は，ブレードが固定接触子のほぼ中央に差込まれているかどうかを点検する。本体付属の配管類は増締めを行い，現地で行う配管は内部を十分掃除したのち接続する。組立調整が終れば，手動操作で断路部を操作し異常のないことを確認したのち，タンクに空気を入れ，タンク圧力が 5 kg/cm^2 になれば入口弁を閉じ，各タンクの排水弁を開き水分を除去する。ついで配管接続部分の空気もれのないことを確認したのち，手動空気操作で開閉操作を行い，最小動作圧力を測定し，工場試験結果と相違ないことを確認する。この時は電磁弁の低圧鎖錠を解いて行う。ついで 11 kg/cm^2 近辺までタンク圧力を高めて電磁弁の低圧鎖錠の整定を確認し，さらに気圧を高めて圧力開閉器の整定値に変化ないことを点検する。定格操作圧力まで高めたのち，COおよびO動作を行い

第1図 OPB-1,500形PAR式 300 kV 2,000 A 15,000 MVA 空気遮断器

第2図 屋外用空気遮断器構造説明図

* 日立製作所国分工場
** 日立製作所川崎工場

第3図　遮断部構造図

第4図　オイルダッシュポット構造図

空気消費量を測定し組立調整を完了する。調整を完了した遮断器は，運転開始までタンク内に圧縮空気を充てんしてエアリングを行い，長時間タンク内気圧を，大気圧のまま放置することのないよう留意する必要がある。

第1表　巡視点検

点検項目	点検箇所および要点
がい子	じんあい付着の有無，塩分付着，冠雪状況，コロナ音発生の有無など
空気もれ	配管接続部，空気タンク接手部分，弁類
圧力計	指示
開閉位置	信号灯の表示，断路部の状態
制御キュービクル	内部の湿気，じんあい付着の状況
投入操作時	断路部の動作の円滑
引外操作時	空気噴出音，断路部動作
空気系統	圧力計の指示，漏気量（圧縮機の運転回数）

第2表　普通点検手入

分類	点検手入箇所	基準年数
操作部	1) 注油 2) 締付部分 3) 補助開閉器 4) ダッシュポット	2
がい子	1) じんあい，塩分の除去 2) 絶縁抵抗	汚損に応じて適時
断路部	1) 接触部ヒタゾール塗布	2
遮断器空気タンク，配管	1) 排水 2) 空気もれ	1箇月ごと

第3表　細密点検手入

分類	点検手入箇所	基準年数
操作部	1) 主弁，中間弁，電磁弁 2) 操作シリンダ 3) ダッシュポット（油交換） 4) 逆止弁，ストレーナ，手動操作弁	4
エアリングバルブ	1) 通気量	4
遮断部	1) 接触子 2) 並列抵抗	4
断路部	1) 接触子	4
がい子	1) 送気用 2) 遮断部 3) 操作用	4
各種パッキング	1) 変形 2) 老化状況	4

4. 各部の特別点検要領

4.1 遮断室

標準形第3図において頭部ケース締付ナットをとれば可動接触子部分を取はずすことができる。固定接触子および可動接触子の損耗の程度を点検し，消耗が2mmに達すれば予備品と交換する。これは定格遮断電流を約20回遮断した場合に相当する。

4.2 断路部

断路部接触子は外部から容易に点検できる。接触部に損傷があれば細目のやすりで手直し，損傷が大きい場合は予備品と交換する。点検時にはヒタゾルを接触面に塗布し運動の円滑を計ること。

4.3 主弁，中間弁

点検箇所は弁パッキングの損傷の有無と，可動部，すなわち操作ピストンとシリンダのしゅう動面と，ダッシュポットのシリンダ面の摩耗の程度を調べる。必要に応じてパッキングの取替えを行う。

4.4 電磁弁

電磁弁には硬質のパッキングを使用し，損傷の低減を計っている。このためじんあいを極度に嫌うので取扱いには十分注意する必要がある。電磁弁はみだりに分解せず，不具合を生じた時は，組立品一式を予備品と取替えることを原則とする。

4.5 エアリング弁

送気がい管中の除湿の目的で，常時少量の乾燥空気をもらしている。通気量が1個につき 150 cc/min 以下になった場合は，予備品と取替える。通気量の測定は水との置換法により，単位時間に通る空気の量を測定する（整定値は 750 cc/min）。

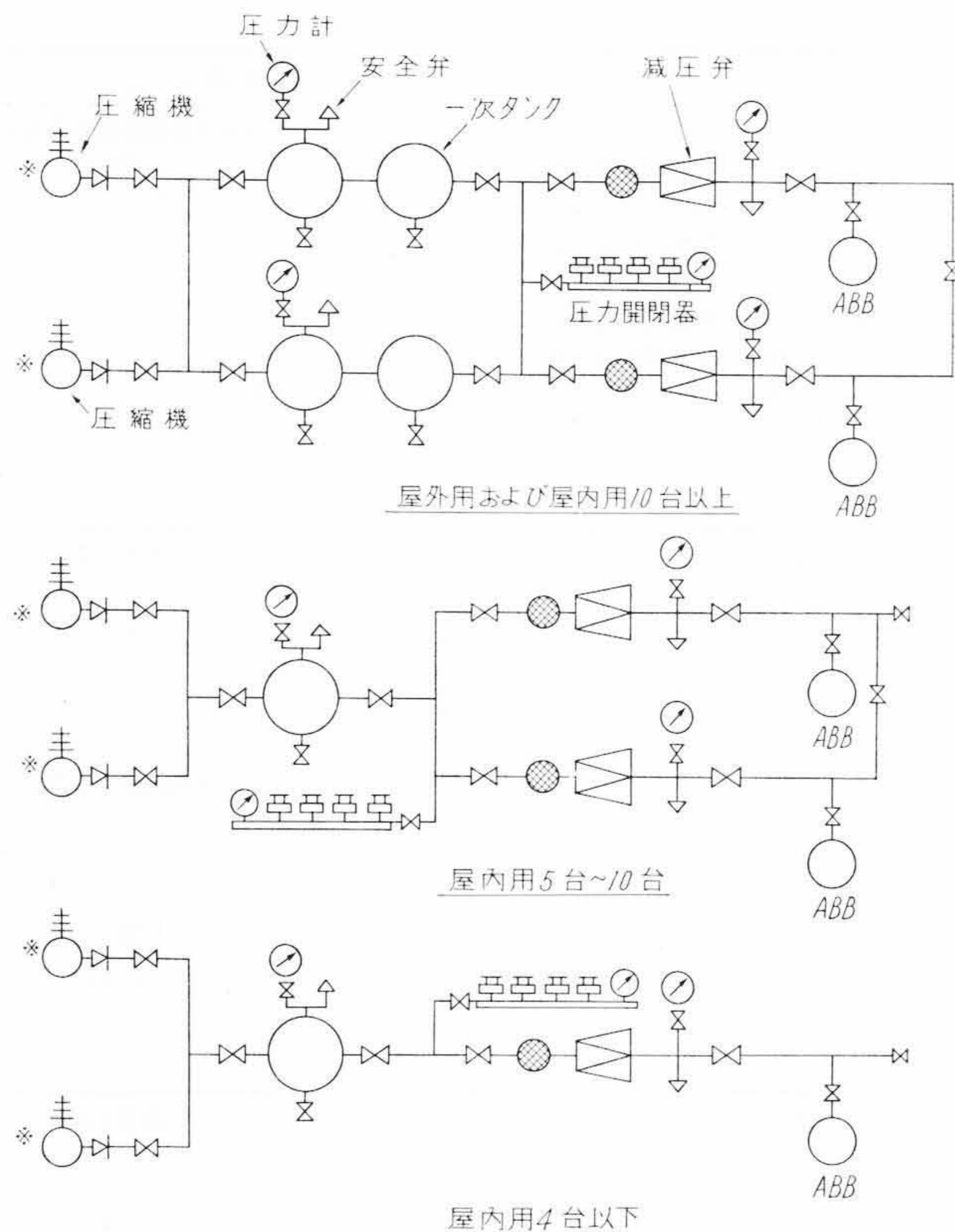
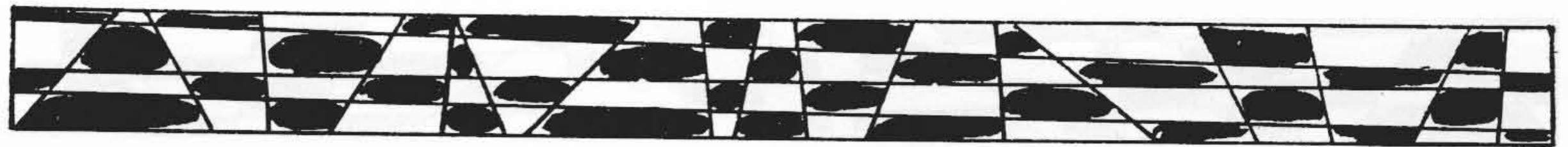
4.6 オイルダッシュポット

第4図にその構造を示す。油の量および変質の有無を点検し，必要に応じ油の交換を行う。変質した油を使用すると操作特性が変るため保守に当っては十分注意しなければならない。絶縁油に特に泡防止，酸化防止剤などを添加したものを使用するとよい。油量の点検には注油孔のプラグを取り油面が規定の位置まで入っていることを調べ不足しておれば追加する。調整プラグはみだりに変更しないこと。

4.7 配管

遮断器内の配管は，接続部が十分締付けられているかを点検し，要すれば増締めを行う。漏気の有無は，入口弁を閉じ遮断器1台につき1時間当りの漏気量を圧力計の圧力の降下より測定し，その値が 0.3 kg/cm^2 をこえなければよい（エアリング量を含む）。

4.8 断路部操作軸

操作軸受部分には，リチュームグリースを使用しており，点検時にはグリースカップからグリースを圧入する。この時，リチュームグリース以外のものを使用すれば変質して著しく硬化し，正規の運動をしないことがあるゆえ注意すること。操作シリンダ内面にはヒタゾルを軽く塗布し，動作の円滑を計る。

注 ※は圧縮機の一群を示すものでその容積および台数の決定は第5表によります

第5図 空気系の標準

4.9 空気タンク

排気弁を開き水分がたまっていないことを確める。またハンドホールを開き，内部に砂ほこりなどの沈積のないことを確める。そのほかボルト類の締付が正常であるか点検し要すれば増締めを行う。

5. 点検間隔と点検箇所

遮断器の使用ひん度，遮断電力の大小により点検間隔は異なるが，一般に**第1～3表**の要領に基き巡視点検，普通点検および細密点検を行う。遮断器タンク部分より上部を点検する場合は安全のため必ずタンク中の空気を放出してから作業にかかることが肝要である。

6. 空気系統

空気系の設計に当っては空気遮断器全台数が標準動作責務を行うに必要な容量を基準とする。しかし遮断器の台数が多い場合は，その一部のみが標準動作責務を行い，ほかCO 2回行うに必要な空気系とするほうが経済的で実用上差つかえない場合が多い。次に日立標準値について説明する。

6.1 空気系の構成について

空気系の標準実施例を**第5図**に示す。

6.2 一次タンクおよび圧縮機の容量

（1） 一次タンクの容量

遮断器台数(n)CO 1回時空気消費量(q)により下式により算出する。

$$V_1=\frac{\Sigma q}{p_1-p_2}$$

V_1： 一次タンク容量
p_1： 一次側圧力 (25 kg/cm²)
p_2： 二次側圧力 (15 kg/cm²)

第4表 圧縮機出力と有効吐出容量

出力 (kW)	有効吐出容量 (m³/min)	
	50～	60～
5.5	0.3	0.36
15	0.8	1.0

第5表 遮断器台数と圧縮機出力

定格電圧	84 kV	168 kV	300 kV	圧縮機出力(kW)	一次タンク容量(m³)
遮断器台数	1～6	または1～2	または 1	5.5kW×2	2
	7～18	または3～9	または 2	15kW×2	3
	—	—	3	15kW×2	4
	—	—	4～6	15kW×3	5

第6表 遮断器の定格と配管長，減圧弁容量との関係

定格電圧 (kV)	減圧弁最大流量 (m³/min)	配管径(内径) (cm)	最大配管長 (m)
84	3.5	1.9	250
		2.5	—
		3.9	—
168	7.5	1.9	50
		2.5	200
		3.9	2,000
300	12	1.9	—
		2.5	75
		3.9	800

（2） 圧縮機の容量

圧縮機の容量初充気時間240分以下，補充気時間10分以下，全遮断器CO 1回後の補充気時間60分以下として下式により算出する。

$$Q\geq\frac{\Sigma V_1\times 25+\Sigma V_2\times 15}{240}$$

$$\text{or}\quad Q\geq\frac{\Sigma V_1\times 2}{10}$$

$$\text{or}\quad Q\geq\frac{\Sigma q}{60}\simeq\frac{\Sigma V_2\times 3}{60}$$

Q： 圧縮機有効吐出容量 (m³/min)
V_1： 一次側タンク容量 (m³)
V_2： 遮断器タンク容量 (m³)

圧縮機の出力と有効吐出容量の関係を**第4表**に示す。

推奨値

空気系統の容量を決定するに当り，遮断器台数により**第5表**を基準とすればよい。

6.3 配管系の選定

遮断器動作後一次タンクの補充気時間は遮断器の標準動作責務およびタンク容量により1分間または3分間とする。したがって配管系の流量は次式により算出できる。

$$Qp=\Sigma\frac{q}{T}\quad\text{.......................................3.1.1}$$

Qp： 配管内の流量　T： 補充気時間
q： 空気消量　　普通形 $T=3$分
　　　　　　　　再投入形 $T=1$分

上記流量より**第6表**から配管径を決定することができる。

7. 空気系統用部品の構造とその保守について

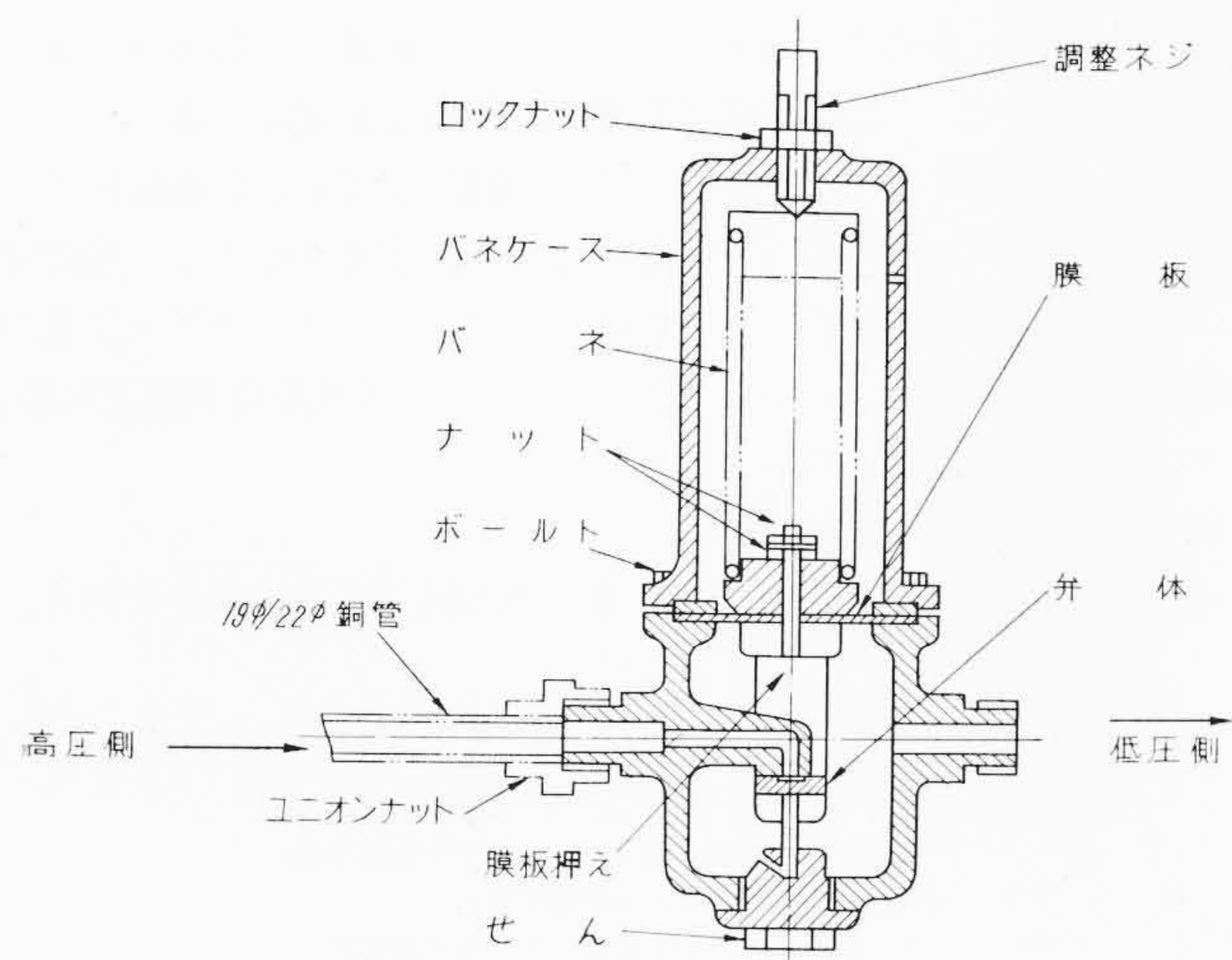
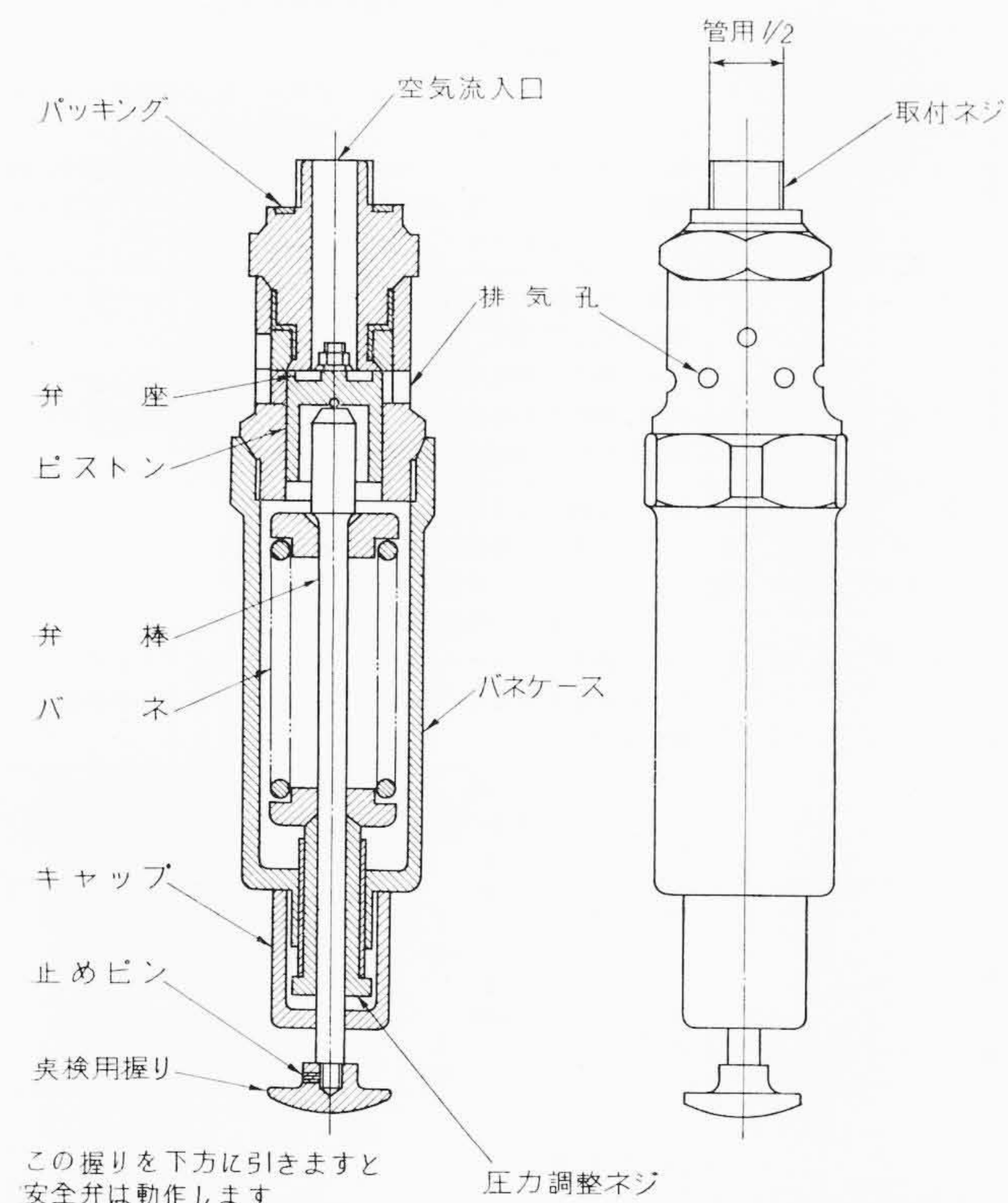
空気系統に使用される部品には安全弁，減圧弁，圧力開閉器，圧力計，逆止弁，停止弁，ストレーナなどがある。その構造および保守について説明する。

第6図　減　圧　弁

第8図　圧　力　開　閉　器

第7図　安　全　弁

第9図　逆　止　弁

第10図　ストップバルブ

7.1 圧　力　計

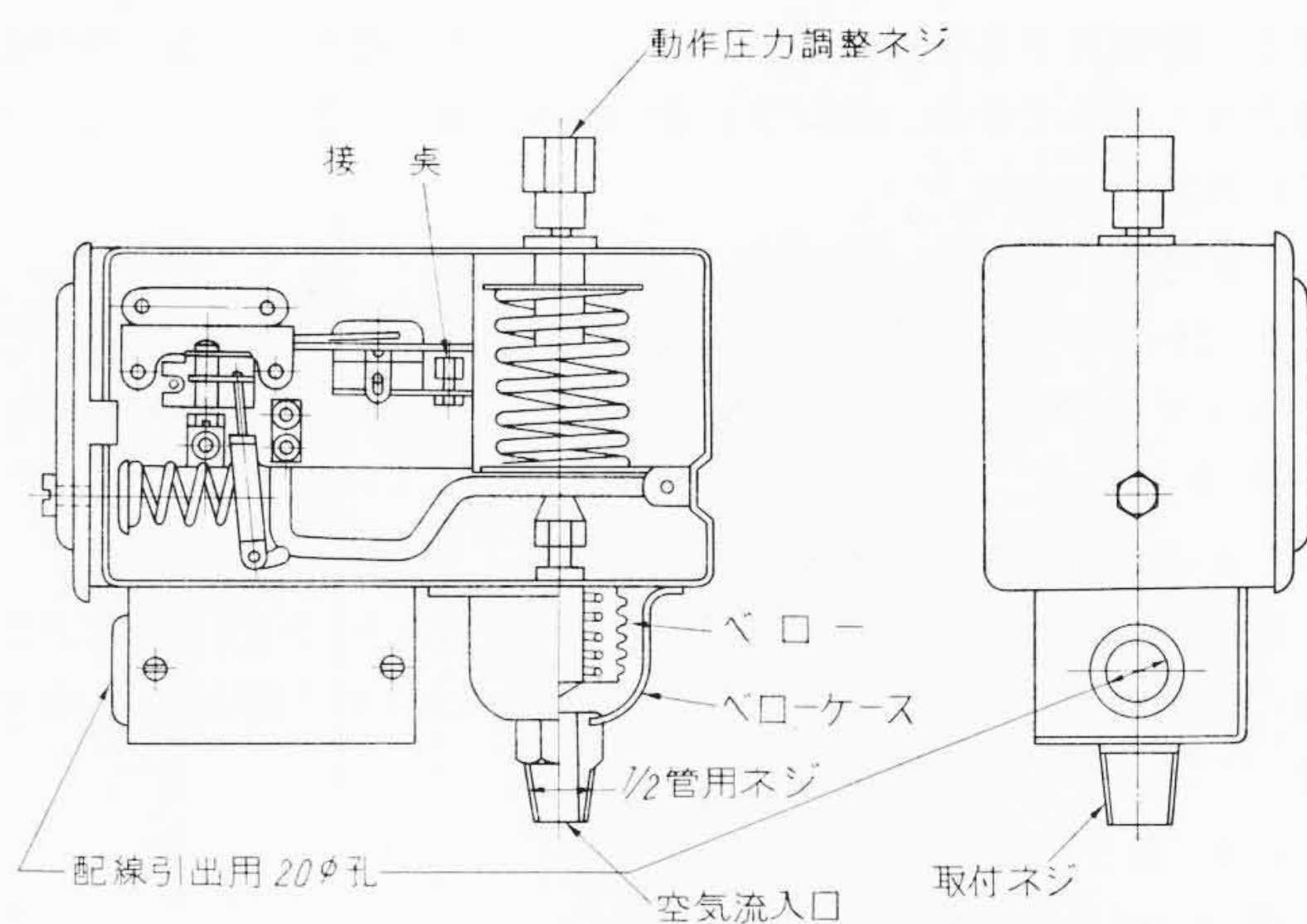
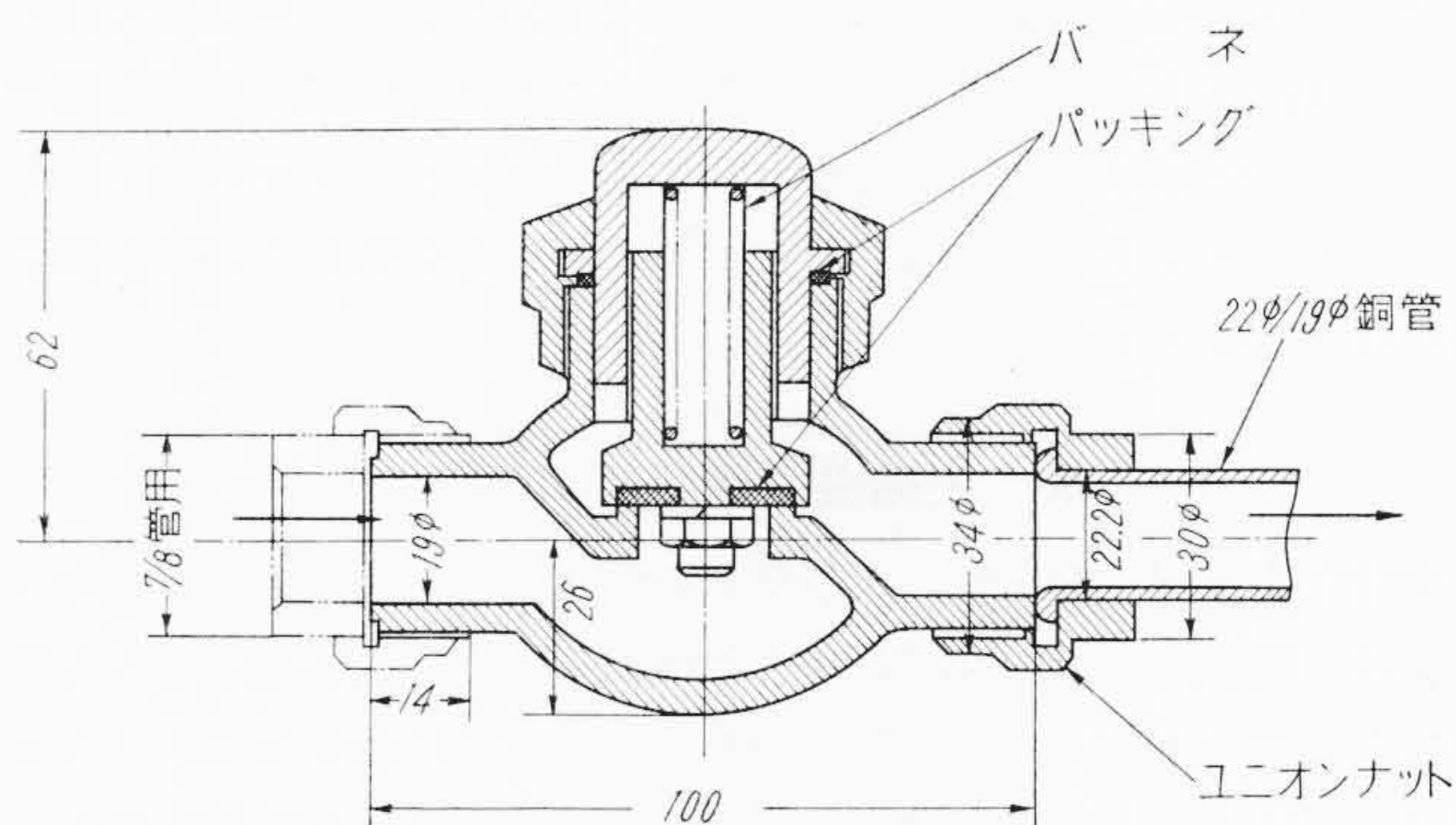
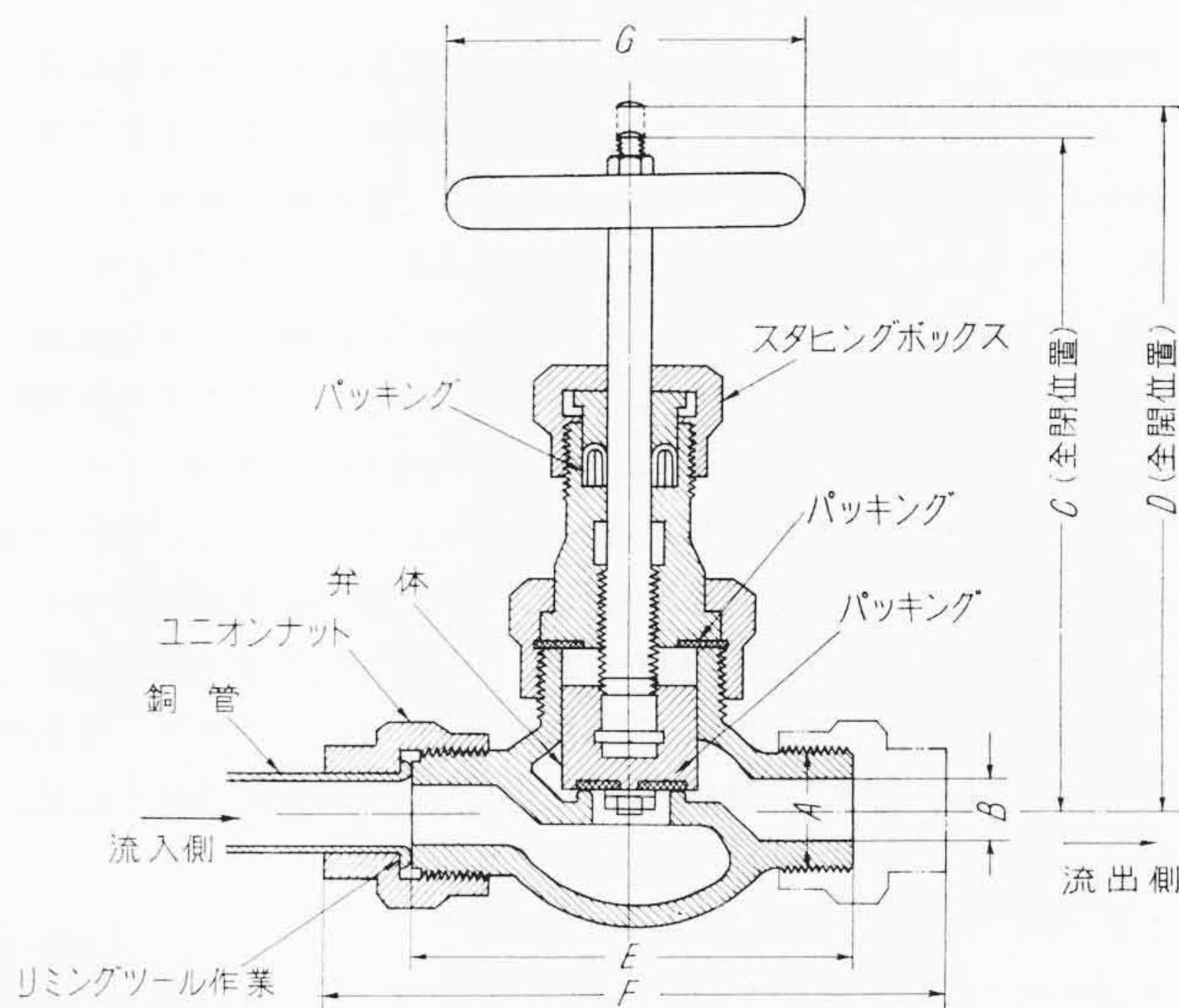
空気系統用部品の較正に当っては，まず圧力計の指示が正確であることを確認する。これには大気圧において指示が零目盛に帰るかどうかを調べ，零目盛になっておれば大きい誤差はないものと考えて差つかえない。狂っている場合には指針を零目盛に合わせてほかの機器の調整を行う。

7.2 減　圧　弁（第6図）

減圧弁の動作

低圧側の圧力が規定値よりも降下すると，膜板および弁体はバネにより押し下げられるので，弁は開口し圧縮空気は低圧側に流入する。低圧側の圧力が規定値になると弁は閉じる。

（1）　動作圧力の調整

ロックナットをゆるめ調整ネジを右(左)回転させると調整圧力は上(下)る。

（2）　点　　検

膜板および弁体は下記要領により点検する。もし疲労がはなはだしい時は予備品と交換する。

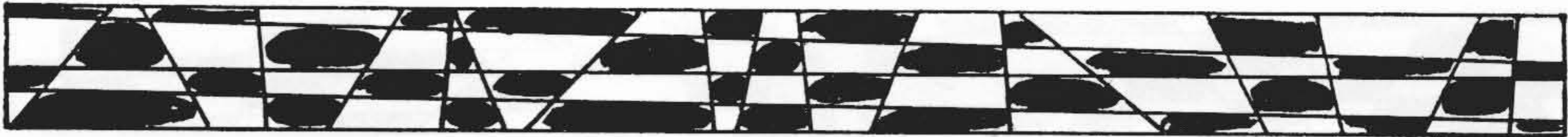
（3）　膜板の解体順序

高圧側のストップバルブを閉め低圧側のストップバルブを開放して減圧弁内の圧縮空気を排気し，ロックナットをゆるめ，調整ネジを左回転させて，バネの圧縮を解き解体する。

ボールトを抜き取りバネケースおよびバネを取はずす。

ナットを取外すと膜板の点検および取替えは容易にできる。

（4）　弁体の解体順序

上述の順序で膜板を取はずし，栓を反時計方向に回転させて抜き

取る。膜板おさえを中心よりずらして，上方に持ち上げると弁体を取出すことができる。組立は上述の順序と逆に，空気もれのないように入念に組立る。

7.3　安　全　弁　(第7図)

圧力を調整する場合は止めピンを抜き取り，点検用握りおよびキャップをはずして調整ネジを右（左）回しすれば，動作圧力は上(下) る。

7.4　圧力開閉器　(第8図)

動作圧力調整ネジを右(左)回して動作圧力を上(下)げる。これ以外の部分は調整に熟練を要するから分解しないで予備品と交換する。

7.5　逆　止　弁

構造の概要を第9図に示す。

7.6　ストップバルブ

構造の大要を第10図に示す。弁体は全閉および全開位置ではパッキングにおさえられるので，漏気することはないが，半開位置ではスタヒングボックスより微少の空気もれがある。あまり強く締付けるとパッキングを損じる。したがって正しく全閉あるいは全開位置に保って使用すること。

8.　圧縮機の保守について

十分なる保守点検を行い，最良の条件のもとで機械の運転を行うことは，機械の寿命を伸ばし，また事故発生を防止する上からも重要なことである。ここには圧縮機の運転上とくに必要な二，三の事項について述べるが，圧縮機の構造，各部の機能など詳細に関しては取扱説明書により十分理解されたい。

8.1　圧縮機構造の概要

圧縮機および電動機中間，後部冷却器，水抜装置，無負荷起動装置などを共通台上に取付けてある。圧縮機は高圧気筒を中央に低圧気筒をその両側に2個配置した2段圧縮形で電動機で運転される。エァーフィルタを通して大気を低圧気筒に吸入し，約 5 kg/cm² に圧縮して高圧気筒に送り，さらに25 kg/cm² に圧縮して主空気溜に貯蔵するもので，低圧気筒と高圧気筒および高圧気筒と主空気溜の間には，中間および後部冷却器があり，圧縮された空気はここで冷却ファンにより強制的に冷却され，十分除水される。この高圧空気は逆止弁を通って主空気溜に送られる。起動時の負荷を軽減するため，電動機が停止すれば圧縮機シリンダ内の高圧空気を大気中に放出する無負荷起動装置がある。これは電磁式になっており，電動機が停止すれば弁を開いて高圧シリンダ内の高圧空気を大気中に放出するものである。

8.2　試　運　転

試運転に当っては潤滑油量を点検したのち，1～2回手回して円滑な回転を確認したあと，無負荷運転を行う。この際圧縮機の回転方向が正しいかどうかを確認する。回転方向が逆の場合は，冷却ファンの効果が著しく減ずるから注意を要する。以上を確認したのち運転に入り，主空気溜の気圧上昇速度から圧縮機の有効吐出容量が正常であるかを確める。有効吐出容量は，圧縮機の行程容量に効率を乗じたもので，この際効率は約60%（最高運転気圧において）程度である。運転時の排水量は，その時の湿度，温度および運転時間により異なるが，梅雨時には相当量になるゆえ留意すること。寒冷地における運転で特に注意しなければならないことは，クランク室の油温(5°C以上に保つことが望ましい)，および排水弁の凍結である。このため適当な保温装置を必要とすることがある。

8.3　保守および点検

最良の状態で運転するために，下記の点検，整備，手入を行う。

毎日の整備	クランク室内油量	油ゲージによって油量を確認する。
	ドレーン	水抜弁より1回以上ドレーンを抽出する。
	音響	異状音響がないか注意する。
	圧力	圧力計が正規に指示しているか確める。
毎週の整備	安全弁	点検用握りを引き手動にてその作動が確実なることを確認する。 外気温度の低下の場合はバルブが氷結する恐れがあるから，なるべく回数を多くし，作動を確実にする。
毎月の整備	ファン用ベアリング	グリースの補給を行う。
	各部ボルト，ナット	ベアリング，シリンダ，シリンダカバーなどの締付ボルトおよびナットにゆるみのないことを確認する。
	Vロープ	張りが手で押してロープの厚みの2倍以上たるむときは，圧縮機用Vベルトは電動機を，冷却用ファン用ベルトはファン用ベアリングをスライドして緊張させる。
半年の整備	空気弁	空気弁には特に炭素が蓄積しやすいため，シリンダカバーより取り出して分解，掃除を行う。 バルブ板など摩耗の著しいときは交換する。
	クランク室油	古油を排出弁から排出し，呼吸栓から新しい油を入れる。 140番タービン油を使用のこと。
毎年の整備	分解 シリンダ各部 パッキン，クランク室	分解，点検を行う。 シリンダ内に蓄積した炭素の掃除を行う。 各部パッキンの交換を行う。 クランク室内の掃除を行う。
	メタル部分	つなぎ棒大メタルとクランクピンおよび小メタルとピストンピンの間隙を測定し，下記の許容間隙をこえるときは調整，交換をおこなう。
	ベアリング	調整ナットにてクランクがかるくまわる程度にスラスト間隙を調整する。

	標準間隙		許容間隙	
	5.5kW級	15kW級	5.5kW級	15kW級
大メタルとクランクピン	$\frac{5}{100}\sim\frac{7}{100}$	$\frac{9}{100}\sim\frac{11}{100}$	$\frac{12}{100}$	$\frac{20}{100}$
小メタルとピストンピン	$\frac{2}{100}\sim\frac{4}{100}$	$\frac{3}{100}\sim\frac{5}{100}$	$\frac{8}{100}$	$\frac{10}{100}$
小メタルとつなぎ棒		$\frac{1}{100}\sim\frac{2}{100}$		$\frac{5}{100}$

9.　結　　言

空気遮断器および付属圧縮空気発生装置の保守点検について述べたが，構造の概要が理解されて，誤りなく取扱いできれば幸いである。